

補助事業番号 2021M-198
補助事業名 2021年度 IoTセンサ群をベースとした次世代道路状況プラットフォームの研究開発 補助事業
補助事業者名 岩手県立大学 研究地域連携本部 特命教授 柴田 義孝

1 研究の概要 多様なセンサを車載し走行しながらリアルタイムに道路状況(積雪、凍結、シャーベット、湿潤、乾燥路)を総合的かつ定量的判定でき、これらの情報を車車間・車路間通信により周辺走行車両や路側機と交換・共有することにより、電子地図上に危険箇所を可視化して注意喚起するだけでなく、気象庁の気象メッシュデータをビッグデータとして統合し、AI技術により道路状況も広域に可視化できることにより、これまでの冬期の交通事故を防止するとともに、将来の積雪寒冷地域の自動運転に展開できる広域道路状況プラットフォームの開発

2 研究の目的と背景 日本の国土全体の60%以上は積雪寒冷地域として指定されており、そのほとんどが中山間地域である。この地域においては近年急激な人口減少による過疎化の進行により、公共交通機関の縮小も相まって、高齢者でさえ自動車の運転が求められることから、常に安心・安全に通勤、通学、通院、買い物等ができるための道路環境が益々重要となっている。

しかしながら積雪寒冷地域においては、慢性的な悪条件の道路環境(吹雪、凍結、積雪、雪崩、豪雨、冠水等)での運転が余儀なくされ、運転者の高齢化や異常気象や災害による交通事故は年々増加している。特に冬期の積雪・凍結路におけるスリップ事故は人命に関わる大事故につながっている。また中山間地域の道路周辺の通信環境は都市部と比較すると、携帯網の電波が不安定または不感帯のいわゆる劣悪通信状態の箇所も多く、一旦交通事故や大規模災害が発生すると情報の収集・伝達・共有が遅れ、住民の安心・安全の確保が困難となっている。

本研究では、人口減少と過疎化・高齢化が加速する積雪寒冷地域や中山間地域において、慢性的な悪条件の道路環境における住民の安心・安全な運転を向上するための次世代広域道路状況プラットフォームを実現する。そのため車両に最新の多様なIoTセンサ群(9軸力学センサ、近赤外線レーザセンサ、遠赤外線温度センサ、準静電界センサ、温湿度センサ、GPS)を搭載し、これらのセンサデータを周期的に車載サーバに取込み、AI技術により道路状況を迅速かつ正確に判定する。その結果を先進的な異種規格無線(LPWA, 5G, Wi-Fi6)の多重化によるコグニティブ無線法を新たに開発する。そして長距離(最大2Km)で大容量通信性能(最大250Mbps)を確保しつつ、車

車間や車路間通信によって走行車両や路側機と相互に交換・共有することにより、道路GISデータとして電子地図上に危険個所や道路状況を可視化することにより運転者にリアルタイムに注意喚起を促すことが出来る。さらにこれらの道路状況情報を路側機に集積してクラウドに送り、クラウドに集積しビッグデータとして解析し、道路状況を予測できる広域道路状況プラットフォームを開発し、社会実験を通して社会的効果や有用性をあきらかにする。

3 研究内容

(1) 道路状況分析判定システムに関する研究開発

<https://www.shibatalaboratory.com/sensing/>

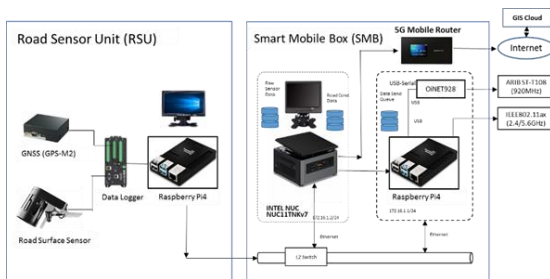


図1 車載サーバスシステム

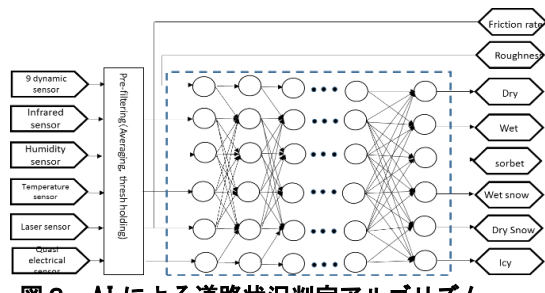


図2 AIによる道路状況判定アルゴリズム



図3 路面状態センサ



図4 路面センシング信号処理システム

(2) 車路間通信によるデータ収集・共有システムに関する研究開発

<https://www.shibatalaboratory.com/datashare/>

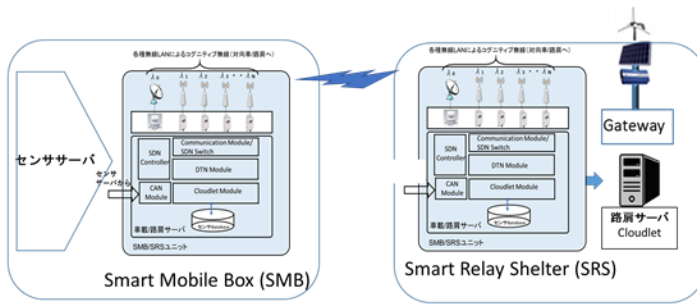


図5 車載・路肩通信サーバシステム

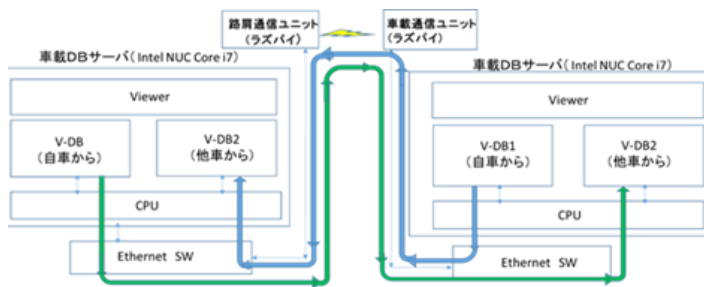


図6 車車間・車路間通信によるセンサデータ交換・共有システム



図7 車車間通信サーバシステム(左)車路通信用サーバシステム(右)

(3) N-波長コグニティブ無線システム開発

<https://www.shibatalaboratory.com/cognitive/>

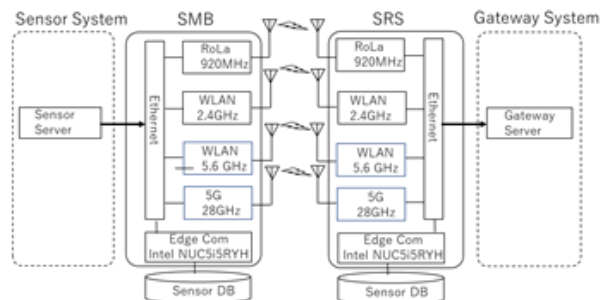


図8 N波長コグニティブ無線通信システム

(4) 広域道路状況ビッグデータGISシステム開発

https://www.shibatalaboratory.com/gis_bigdata/

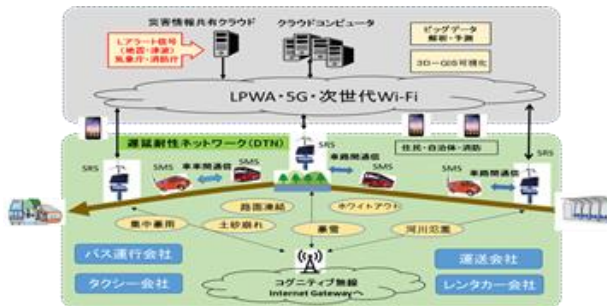


図9 広域道路状況ビッグデータ GIS システム



図10 広域道路状況 GIS ビューアシステム

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

運転者のみならず歩行者へ、これから走行・歩行する路面状況を常にリアルタイムで提供し、ナビゲータやスマホの地図上で可視化できるとともに危険個所に近づくと注意喚起を促すアラームで知らせてくれる。また現在から今後時間経過とともにどのように道路状態が変化するかの予測が可能になり、その状態を避けることにより交通事故を減少させるとともに、これまで検討されてこなかった積雪寒冷地域の凍結や積雪での自動運転が可能となり、住民の安心・安全、快適な社会が実現できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者の柴田の研究分野は主に、1) 次世代モビリティネットワーク分野である

- ① 2012年度～2016年度：研究代表者らは震災復興の一環として、文科省地域イノベーション戦略支援プログラムにおいて「いわて環境と人にやさしい次世代モビリティ開発拠点」事業(研究代表者：柴田)を採択し、車車間通信および車路側通信における通信モジュールにPlug and Play技術とWakeup on Demand技術を導入したエネルギー効率の優れた通信起動方法を新たに開発した。またこの通信技術の応用として、SDN技術を導入した小型軽量の移動型のNDN(Never Die Network)の開発やDTN技術を導入した遅延耐性移動型クラウドを開発した
- ② 2014年～2016年度：総務省SCOPE事業地域振興型にて「準静電界センサをベースとした路面凍結監視とその注意喚起システムの研究開発」(研究分担者：柴田)を採択した。本研究のベースとなる準静電界センサ単独による路面状況の判定においては、オフライン処理で乾燥路、湿潤路、積雪路、凍結路は90%以上の識別可能となり、他の汎用環境センサと組み合わせることによりオンライ

ンにおいても更なる認識率向上の見通しをつけることが出来た

- ③ 2018年度～2019年度：総務省 SCOPE 事業重点領域型「道路状態センサ群とコグニティブ無線技術を利用した次世代広域道路状況プラットフォームの実用化研究」（研究代表者：柴田）を採択し、2波長多重（920MH および 5.6GHz）におけるコグニティブ無線をベースに準静電界センサおよび路面温度センサを主として道路状況情報をオフラインで、車車間・車路間にてセンサ情報を伝送・共有できる通信方式ならびに広域で道路状況を可視化できるプラットフォームを開発した。本研究において2波長多重通信により、走行速度40Kmで通信距離は約2Km以上で最大総データ転送量を約600MBを達成することが出来、広域での路面状況情報をリアルタイムで交換・共有できる目途がついた。
- ④ 2020年度～2022年度：科研費基盤研究(C)「IoTセンサ群を利用した次世代広域道路状況情報プラットフォームに関する研究」（研究代表者：柴田）の助成により、汎用の環境センサを導入し主として冬期の道路状況（積雪・凍結・シャーベット・乾燥路）を定性的に判定できるシステムを開発した。また車車間・車路間通信においては、LoRa(920MH)とWi-Fi6(5.6GHz)の2波長によるコグニティブ無線を開発した。これらのシステムを秋田県上小阿仁村における自動運転車に装備し、冬期の実証実験を通して道路状況と走行速度制御の関連動作をモニタリングを行った結果、道路状況を予測できることにより、自動運転への展開できることを確認することが出来た。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

2021年度

- 1) **Yoshitaka Shibata**, Akira Sakuraba, Yoshikazu Arai, Yoshiya Saito, Jun Hakura, “Mobile Sensing Data Analysis for Road State Decision in Snow Country”, The 35th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2021), Elsevier, pp. 403-413, May 2021.
- 2) Akira Sakuraba, **Yoshitaka Shibata**, Noriki Uchida, Goshi Sato, “Social Experimental Evaluation of Road State Information System in Snow Country”, The 34th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2020), Elsevier, pp. 595-604, April 2021.
- 3) **Yoshitaka Shibata** and Akira Sakuraba, “Prediction of Wide Area Road State Using Measured Sensor Data and Meteorological Mesh Data”, The 15th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive System (CISIS2021), Elsevier, pp. 152-160, July 2021.
- 4) **Yoshitaka Shibata** and Akira Sakuraba, “Performance Evaluation of V2X Communication for Road State Information Platform based on 5G and Highspeed LAN”, The 16th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Application (BWCCA2021), Elsevier, pp. 46-56, October 2021.
- 5) Akira Sakuraba, **Yoshitaka Shibata**, Mamoru Ohara, “Proposal of Vehicular Real-time Sensing Method for Amount of Snow Accumulation on the Road”, The 16th International

- Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Application (BWCCA2021), Elsevier, pp. 242–250, October 2021.
- 6) **Yoshitaka shibata**, “Social Experiment of Realtime Road State Sensing and Analysis for Autonomous EV Driving in Snow Country” , The 10–th International Conference on Emerging Internet, Data & Web Technologies (EIDWT2022), LNDECT 118, pp. 291–300, March 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95903-6_31, (On–line presentation)
 - 7) **Yositaka Shibata**, Akira Sakuraba, Yoshikazu Arai, Yoshiya Saito, “Improved Road State Sensing System and Its data Analysis for Snow Coutry “, The 36th International Confence pn Advanced Information Networking and Applications (AINA2022), Springer Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 450, p. 399–410, April 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-99619-2_38
 - 8) Akira Sakuraba, **Yoshitaka Shibata**, Mamoru Ohara, “ An Implementation of V2R Data Delivery Method based on MQTT for Road Safety Application “, The 36th International Confence pn Advanced Information Networking and Applications (AINA2022), Springer Lecture Notes in Networks and Systems, pp. 321–329, April 2022, https://doi.org/10.1007/978-3-030-99584-3_28.

2022 年度

- 9) Yoshitaka Shibata, Akira Sakuraba, Yoshikazu Arai, Yoshiya Saito, “Improved Road State Sensing System and Its Data Analysis for Snow Country” , The 36–th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA–2022), Springer, pp.321–329, April 2022.
- 10) Akira Sakuraba, **Yoshitaka Shibata**, and Mamoru Ohara, “An Implementation of V2R Data Delivery Method Based on MQTT for Road Safety Application,” The 36–th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA–2022), Springer, pp. 399–410. April 2022.
- 11) **Yoshitaka Shibata**, Akira Sakuraba, “Performance Evaluation of V2X Communication based on 2–Wavelength Wireless Link Method” , The 25th International Conference on Network–Based Information Systems (NBIS–2022), pp. 48–57, September 2022.
- 12) **Yoshitaka Shibata**, Akira Sakuraba, „Comparative Road State Decision Making Results by Various Environmental Sensors on Public Winter Road, The 14th International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, (INCoS2022), Springer, pp. 35–44, September 2022.
- 13) Noriki Uchida, Shigeyuki Endo, Tomoyuki Ishida, Hiroaki Yuze, and **Yoshitaka Shibata**, “Proposal of Early Landslide Warning System considering Scalability and Reliability with Emergent IoT Data Priority” , The 6th International Symposium on Mobile Internet Security (MobiSec’ 22), Article No. 33, pp. 1–7, December 15–17, 2022, Jeju Island, Republic of Korea.
- 14) **Yoshitaka Shibata**, Yasushi Bansho, “A Road State Decision Method based on Roughness by Crowd Sensing Technology” , The 11th International Conference on Emerging Internet, Data & Web Technologies (EIDWT–2023), Springer, pp. 324–330, DOI: 10.1007/978-3-031-26281-4_34, February 23–25, 2023.
- 15) **Yoshitaka Shibata**, Akira Sakuraba, Yasushi Bansho, “Realtime Visualization System of Various Road State Sensing Data in Winter Season” , The 37th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA–2023), Springer, pp. 149–156, DOI: 10.1007/978-3-031-29056-5_15, March

29-31, 2023.

- 16) **Yoshitaka Shibata**, Masahiro Ueda, Akiko Ogawa, “Services and Operations of Electric Vehicles System by Virtual Power Plant in Rural Area”, The 37th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2023), Springer, pp. 370-375, Springer, DOI: 10.1007/978-3-031-28694-0_35, March 29-31, 2023.

国内学会・研究会発表（査読無し）

2021年度

- 1) 遠藤繁之、**柴田義孝**、・内田法彦、“緊急度の高いメッセージにおける QoS 制御を考慮した拡張 MQTT 法に関する評価”、第 20 回情報科学技術フォーラム、M-022, On-line presentation, August, 2021（優秀発表賞）
- 2) 新井義和、齊藤義仰、**柴田義孝**、“車両群との協調に基づく仮想信号機を用いた交通整理”、2022 年電子情報通信学会総合大会講演論文集”、D-22-4, 2022.
- 3) 齊藤、増田悠太郎、新井義和、**柴田義孝**、“没入型車内観光システムのための MR デバイスを用いた 360 度動画の画質調査”、情報処理学会第 84 回全国大会講演予稿集、7D-01, 2022.

知財（特許申請）

- 1) **柴田義孝**、櫻庭 彬「道路状況情報提供システム」、日本、令和 3 年 5 月 14 日、特願 2021-84848

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

<https://www.shibatalaboratory.com/sensing/>

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

無し

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 岩手県立大学 研究・地域連携本部

(イワテケンリツダイガク ケンキュウ・チイキレンケイホンブ)

住 所： 〒020-0611

岩手県滝沢市巣子152-89

担 当 者： 特命教授 柴田義孝（シバタ ヨシタカ）

担 当 部 署： 研究・地域連携本部（ケンキュウ・チイキレンケイホンブ）

E - m a i l : shibata@iwate-pu.ac.jp

U R L : <https://www.shibatalaboratory.com/>

<https://www.iwate-pu.ac.jp/contribution/renkeihonbu.html>